

地下鉄営業線拡幅工事における止水処理を不要とした BH 工法の施工について —東西線飯田橋・九段下間折返し設備設置九段下工区改良土木工事—

東京地下鉄株式会社 正会員○内山 詩央里

東京地下鉄株式会社 後長 修

東京地下鉄株式会社 正会員 城石 尚明

五洋建設株式会社 正会員 三内 隆史

1. はじめに

東京メトロでは東西線の輸送力改善施策の一環として朝ラッシュ時の運行本数を増加させるため、都道 8 号線下（目白通り）東西線飯田橋～九段下駅間にある既存の折返し線設備を改良し、平面交差支障を解消するとともに、折返し線の本線化を目的とした営業線改良工事（以下、本工事という。）を施工中である。

本稿では、止水処理を不要とする土留壁工法を採用することで、周辺沿道に対する騒音・振動を抑制するとともに、SMW 工法との同時施工を可能とし工程回復に寄与した経緯と施工実績について報告する。

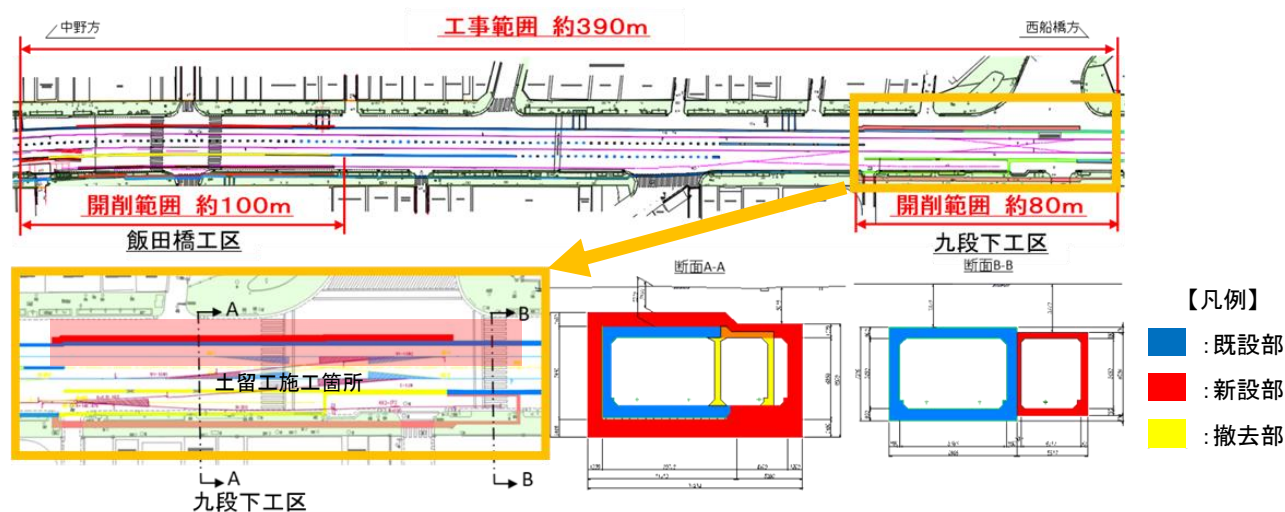
2. 工事概要

本工事は、東西線飯田橋～九段下駅間（約 390m）を工事範囲とし、飯田橋方は約 100m、九段下方は約 80m を開削工法にて施工するもので、本工事に際しては列車運行を確保しながら既設中壁や側壁を撤去し、新設壁を構築する。構造上既設構築の耐力が不足する箇所については、上床版や下床版を増厚する（図-1）。また、折返し線の本線化に伴い約 360m の範囲の線形変更を実施する。

3. 工法検討

本工事範囲のうち九段下方は、SMW 工法による土留工としていたが、埋設物や地中障害物等の支障処理に伴い工程に遅延が生じた。このため、工程回復に向け、以下の 2 点に留意し、工法検討を行った。1 点目は、SMW 工法との同時施工が可能となる機械設備が小規模な工法であること。2 点目は、当該地域は大規模な宿泊施設や高層住宅、企業等が多分に存在しており、工事による周辺沿道への騒音・振動等の影響を配慮した施工であること。

上記を踏まえ、表-1 に示すとおり各工法について比較検討した。1.SMW 工法は、地盤改良等の補助工法が不要となるため工程回復は可能となるが、現況作業帯中に大型重機の複数配置が困難であることから不採用とした。2.BH 工法は、SMW 工法との同時施工は可能であるが、補助工法が必要となり工程回復は見込めないため不採用とした。3.BH 止水壁工法は、他工種と比較して高価であるが、現況作業帯においても SMW 工法との同時施工が可能となることから、工程回復が見込めるため、本工事では BH 止水壁工法を採用した。



キーワード：営業線改良，工程短縮，BH 止水壁工法，杭打ち，止水性

連絡先：東京都新宿区四谷 3-12-5 東京地下鉄(株) 改良建設部 第二工事事務所 TEL:03-3226-2706

表-1 工法検討比較表

工 法	① 柱列式地下連続壁 S 型 (SMW 工法)	② 柱列式地下連続壁 B 型 (BH 工法)	③ 柱列式地下連続壁 B 型 (BH 止水壁工法)
施工図			
工 費	○： 補助工法が不要	△： 補助工法が必要	△： 他工種と比較して高価
工 期	○： 補助工法が不要	△： 杭打設後に補助工法を実施	○： 補助工法が不要・①と同時に施工可能
施工性	△： 施工位置への移動に時間を要す	○： 施工位置への移動が容易	○： 施工位置への移動が容易
圧迫感	×： 大型重機・プラント設備が必要（複数台設置不可）	○： 車上プラントにて施工可能	○： 車上プラントにて施工可能
止水性	○： 透水係数 1.0×10^{-5} cm/sec 程度	×： 地下水位 GL-2.0m と補助工法が必須	○： 透水係数 1.0×10^{-5} cm/sec 程度
評 価	△	△	○

4. 試験施工の概要および結果

BH 止水壁工法の先行杭モルタルは、セメント量を少量とし、材料分離を抑制する不分離材（増粘剤）を添加した低強度モルタルを使用することで、後行杭とのラップ施工を可能とした工法である。本工法は、東京メトロにおいて施工実績がないため、採用するに際し試験施工を実施することとした。

試験施工は、2017 年 11 月～2018 年 1 月頃に千葉県袖ヶ浦市にて実施した。試験方法は、施工箇所 2.0×2.0m の 3 面を鋼矢板Ⅲ型、1 面に BH 止水壁を打設し、鋼矢板Ⅲ型と BH 止水壁の接する箇所は薬液注入にて止水した。土留め壁内側に設置した揚水井戸より揚水試験を実施し、透水係数を計測した。

試験結果は、事前計測した現地透水係数 1.66×10^{-3} cm/sec に対して、BH 止水壁透水係数 4.60×10^{-6} cm/sec の透水係数が得られた。また、先行杭の強度については、SMW 工法設計基準強度 0.5 N/mm^2 に対して表-2 の結果が得られた。このため、十分な止水性と強度を確認できたことから、本工法を採用することとした。

表-2 圧縮強度結果一覧表

材 齢 (日)	強度 (N/mm ²)	
	低強度モルタル	1 : 3 モルタル
7	2.80	20.0
14	4.13	30.0

5. 施工実績

本施工は、九段下方において SMW 工法と BH 止水壁工法の同時施工とし、BH 削孔機にて削孔後 (φ600mm)、杭芯材 (H-450×200×9×14) を 27 本建込む計画とした (図-2)。施工実績は、すべての杭で一般的な BH 削孔機と同程度の削孔精度を確保し、低強度モルタルは強度 5.0 N/mm^2 程度となり、十分な強度を確保することができた。また、騒音については先行杭 78.5dB に対し、後行杭 79.3dB となり大きな差はなかった。振動については振動発生源の直近で計測し、先行杭 70～80dB に対し、後行杭は 60～70dB と同程度の振動となった。

6. おわりに

本工事では、SMW 工法と BH 止水壁工法の同時施工により、周辺沿道への影響を抑制し、工程回復に大きく寄与した。今後は、掘削に際し止水性を確認する。

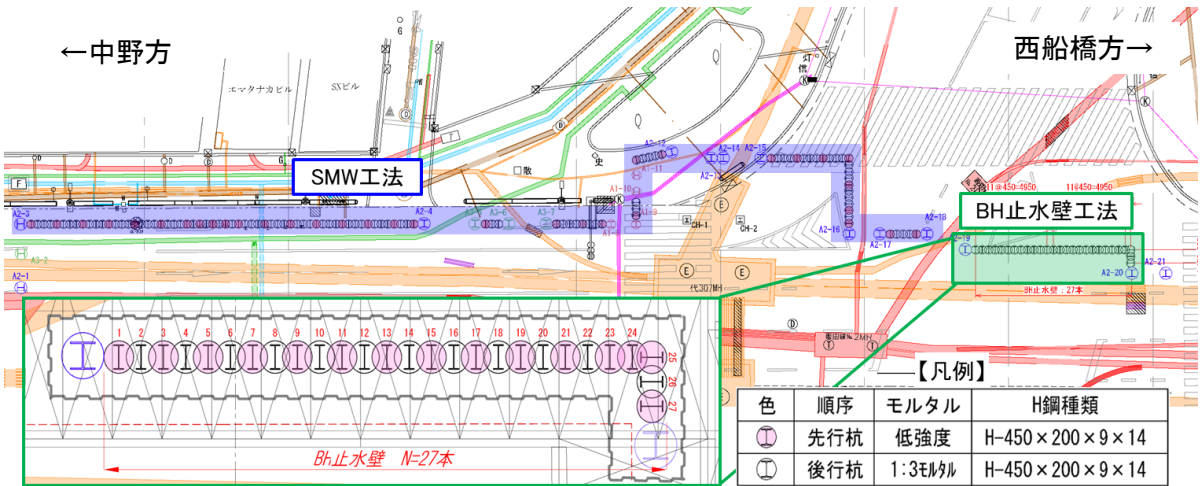


図-2 SMW 工法および BH 止水壁工法施工平面図